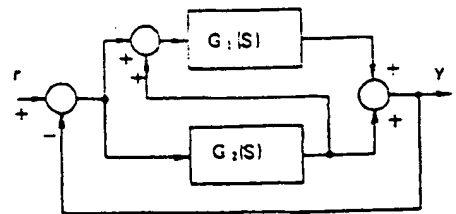


(54) ACCESS SERVO MECHANISM FOR MAGNETIC DISK DEVICE

(11) 4-368676 (A) (43) 21.12.1992 (19) JP  
(21) Appl. No. 3-144529 (22) 17.6.1991  
(71) HITACHI LTD (72) HARUAKI OTSUKI(2)  
(51) Int. Cl.<sup>6</sup> G11B21/08, G11B7/085

**PURPOSE:** To obtain an access servo mechanism with high response ability by cooperating effectively a driving means with high responsiveness but a small stroke and the driving means with a large stroke but lower responsiveness than the driving means in particular, concerning with the access servo system of a magnetic disk device.

**CONSTITUTION:** The deviation of the displacing amount ( $y$ ) of a head to the target position ( $r$ ) of the head is defined as the deviation signal of the both of a first and a second driving means  $G_1(S)$ ,  $G_2(S)$ . Simultaneously, the displacing amount of the first driving means  $G_1(S)$  is added as the target signal of the second driving means  $G_2(S)$ .



(51) Int.Cl.<sup>5</sup>G 1 1 B 21/08  
7/085

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

N 8425-5D

G 8524-5D

審査請求 未請求 請求項の数 4 (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平3-144529

(22) 出願日 平成3年(1991)6月17日

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 大槻 治明

茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所機械研究所内

(72) 発明者 宗本 隆幸

茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所機械研究所内

(72) 発明者 森 健次

茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所機械研究所内

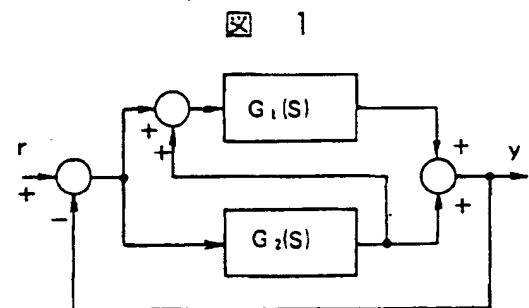
(74) 代理人 弁理士 高田 幸彦

(54) 【発明の名称】 磁気ディスク装置のアクセスサーボ機構

(57) 【要約】

【目的】 磁気ディスク装置のアクセスサーボ系に係り、特に、高応答であるがストロークの小さな駆動手段と、ストロークは大きいが応答性は駆動手段よりも低い駆動手段とを効果的に協調させて、高い応答性能を持つアクセスサーボ機構を得ること。

【構成】 ヘッドの目標位置  $r$  に対するヘッドの変位量  $y$  の偏差を第一及び第二の駆動手段  $G_1(S)$ 、 $G_2(S)$  の双方の偏差信号とするとともに、第一の駆動手段  $G_1(S)$  の変位量を第二の駆動手段  $G_2(S)$  の目標値信号として加算する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 磁性円板に情報の書き込みや読みだしを行うために、磁気ヘッドを所定のトラック上に位置決めする際に、高応答であるがストロークの小さい駆動手段と、所要範囲全体にわたって動作可能なストロークをもつが応答は遅い駆動手段とを協調させて、トラック間の移動及びトラックへの追従動作を含むアクセス動作を行う磁気ディスク装置のアクセスサーボ機構において、前記磁気ヘッドの位置を検出して、この位置信号を第一の駆動手段及び第二の駆動手段の双方のサーボ系にフィードバックして目標位置と比較するとともに、前記第一の駆動手段の変位量を前記第二の駆動手段のサーボ系に目標値として加算する手段を設けてトラック追従動作を行うことを特徴とする磁気ディスク装置のアクセスサーボ機構。

【請求項2】 磁性円板に情報の書き込みや読みだしを行うために、磁気ヘッドを所定のトラック上に位置決めする際に、高応答であるがストロークの小さい駆動手段と、所要範囲全体にわたって動作可能なストロークをもつが応答は遅い駆動手段とを協調させて、トラック間の移動及びトラックへの追従動作を含むアクセス動作を行う磁気ディスク装置のアクセスサーボ機構において、前記磁気ヘッドの位置を検出して、この位置信号を第一の駆動手段及び第二の駆動手段の双方のサーボ系にフィードバックして目標位置と比較するとともに、前記第一の駆動手段として入力信号にほぼ比例した変位を行う手段を用い、前記第一の駆動手段への入力信号に比例した推定変位量信号を前記第二の駆動手段のサーボ系に目標値信号として加算する手段を設けてトラック追従動作を行うことを特徴とする磁気ディスク装置のアクセスサーボ機構。

【請求項3】 磁性円板に情報の書き込みや読みだしを行うために、磁気ヘッドを所定のトラック上に位置決めする際に、高応答であるがストロークの小さい駆動手段と、所要範囲全体にわたって動作可能なストロークをもつが応答は遅い駆動手段とを協調させて、トラック間の移動及びトラックへの追従動作を含むアクセス動作を行う磁気ディスク装置のアクセスサーボ機構において、第一の駆動手段は入力信号にほぼ比例した変位を行い、前記第一の駆動手段の位置決めを行う制御系は、目標位置と現在位置との偏差を積分した値を操作量として出力し、これを前記第一の駆動手段に入力する積分手段を備え、前記積分手段は、前記第一の駆動手段のストロークに対応する範囲内に操作量信号が保たれるように、積分値を制限する飽和手段を備えたことを特徴とする磁気ディスク装置のアクセスサーボ機構。

【請求項4】 磁性円板に情報の書き込みや読みだしを行うために、磁気ヘッドを所定のトラック上に位置決めする際に、高応答であるがストロークの小さい駆動手段と、所要範囲全体にわたって動作可能なストロークをも

つが応答は遅い駆動手段とを協調させて、トラック間の移動及びトラックへの追従動作を含むアクセス動作を行う磁気ディスク装置のアクセスサーボ機構において、第一の駆動手段は入力信号にほぼ比例した変位を行い、前記第一の駆動手段の位置決めを行う制御系は、目標位置と現在位置との偏差を積分した値を操作量として出力し、これを前記第一の駆動手段に入力する積分手段を備え、前記積分手段は、前記第一の駆動手段のストロークに対応する範囲内に操作量信号が保たれるように、積分値を制限する飽和手段を備え、前記第一の駆動手段の入力信号に比例した信号を第二の駆動手段の目標値信号に加算する手段を設けたことを特徴とする磁気ディスク装置のアクセスサーボ機構。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は磁気ディスク装置のアクセスサーボ機構に係り、特に、高応答小ストロークの駆動手段と、低応答大ストロークの駆動手段とを協調させて高速高精度アクセス動作を実現するヘッド位置決めサーボ機構の制御系の構成に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 従来の磁気ディスク装置のヘッドの位置決めを行うアクセスサーボ機構では、磁気円板上に同心円状に配置される各トラックに対して情報の読み書きを行うために、磁気円板のラジアル方向にヘッドを駆動する手段としてボイスコイルモータを用いている。すなわち、直動形または回転形軸受によって支持されたキャリッジと呼ばれる部材の一端にボイスコイルモータの可動コイル部が固定されており、他端に支持機構を介して固定されているヘッドを動かしている。しかし、このキャリッジ部の等価質量は強度剛性面の制約から軽量化には限界があり、ボイスコイルモータの推力についても質量寸法発熱等の面からの制約があるので、従来の構成のまま、アクセスサーボ機構の高応答化によるアクセス時間の短縮、トラック追従精度の向上を進めても限界がある。

【0003】 そこで、ボイスコイルモータよりも高い応答性を備えた駆動手段を用いてこの限界を打破することが考えられている。このための駆動手段は一般にストロークが小さいので、ボイスコイルモータと併用し、二段サーボ系を構成する方法がとられている。たとえば、特開昭60-35383号公報には、ヘッド支持機構の部分に高応答の微動アクチュエータを組み込み、位置フィードバック信号に応じてこの微動アクチュエータを制御し、微動アクチュエータの変位量を検出器によって検出して、粗動アクチュエータの動作を制御する方式が示されている。光ディスクの分野でも、同様な二段サーボ系を構成する方法がとられており、たとえば特開平1-109577号公報には、検出されたヘッドの位置をフィードバックして位相補償演算を行った信号を周波数帯域分割し、粗動

系と微動系に入力する方式が示されている。また、特開昭61-280080号公報には、精アクチュエータの周波数特性をシミュレートする回路または精アクチュエータの動きを検出する検出器を設け、これらの出力を粗アクチュエータの偏差入力とする方式が示されている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】第一の従来技術では、微動アクチュエータの変位量を検出するための検出器をキャリッジ部に設ける必要があり、装置の複雑化やキャリッジの等価質量の増大等の問題を解決することが必要となる。また、二つのアクチュエータの制御系は複雑に干渉する特性をもち、制御系の設計が難しい。第二の従来技術では、周波数帯域分割に使用するフィルタの持つ位相遅れ特性によってサーボ系の位相余裕が減少するため、特に低周波側を分担する粗動アクチュエータの応答の高速化と安定化の両立を図った設計が難しくなる。第三の従来技術では、精アクチュエータの周波数特性をシミュレートする回路を設ける方式では、この回路と実機との誤差があると、粗アクチュエータに対する動作の制御が正しく行われない場合が生じる。また、精アクチュエータの動きを検出する検出器を設ける方法では、第一の従来技術と同様な問題があらわれる。

【0005】本発明の目的は、高応答であるがストロー\*

$$\{1 + G_1(s)\} \{1 + G_2(s)\} = 0$$

… (数1)

【0009】となる。ここで、

【0010】

$$1 + G_1(s) = 0$$

… (数2)

【0011】は、第一の駆動手段及び動特性補償要素のみでフィードバック制御系を構成したときの特性方程式であり、

$$1 + G_2(s) = 0$$

… (数3)

【0013】は、第二の駆動手段及び動特性補償要素のみでフィードバック制御系を構成したときの特性方程式であるから、各々単独のサーボ系が安定であれば二段サーボ系を構成したときも必ず安定に動作し、単独のサーボ系の極を合わせたものが二段サーボ系の極になることがわかる。これは、サーボ系の設計や調整を行う際に非☆

$$\{1 + G_1(s)\} \{1 + G_2(s)\} = 0$$

… (数4)

【0016】となる。また、従来の構成の二段サーボ系の他の例における信号の伝達特性を示すブロック線図を図3に示す。この系では、特性方程式は、

$$1 + G_1(s) + G_2(s) = 0$$

… (数5)

【0018】となる。これらの構成では、本発明に基づ

\*クの小さな駆動手段と、ストロークは大きいが応答性は第一の駆動手段よりも低い駆動手段とを協調させて、高い応答性能を持つアクセスサーボ機構を得ることにあ

【0006】

【課題を解決するための手段】本発明は、磁気円板上にあらかじめ記録されているサーボ情報から目標トラックの中心に対するヘッドの相対位置を検出し、目標位置であるトラックの中心位置と比較して、第一の駆動手段及び前記第二の駆動手段の双方にフィードバックを施すとともに、第一の駆動手段の変位量を第二の駆動手段の制御系の目標値に加算してやることで、ふたつの駆動手段の効果的な協調動作を実現するとともに、このような二段サーボ系の設計や調整を容易にしたものである。

【0007】

【作用】図1は、本発明に基づくサーボ系における信号の伝達特性を示すブロック線図である。第一の駆動手段及び動特性補償要素の伝達関数を $G_1(s)$ とし、第二の駆動手段及び動特性補償要素の伝達関数を $G_2(s)$ とすれば、このサーボ系の特性方程式は、

【0008】

【数1】

※【数2】

※

★【0012】

【数3】

★

☆常に好都合な特性である。

【0014】これに対して、従来の構成の二段サーボ系の一例における信号の伝達特性を示すブロック線図を図2に示す。この系では、特性方程式は、

【0015】

【数4】

◆【0017】

【数5】

との間の好都合な関係は成立せず、二段サーボ系としてあらためて設計、調整を考える必要がある。

【0019】また、本発明に基づく図1のサーボ系の閉\*

\*ループ伝達関数(s)は、

【0020】

【数6】

$$G(s) = \frac{G_1(s)}{1+G_1(s)} + \frac{G_2(s)}{1+G_2(s)} - \frac{G_1(s)}{1+G_1(s)} \cdot \frac{G_2(s)}{1+G_2(s)}$$

… (数6)

【0021】となる。各々単独のサーボ系がオフセットなしに目標値に整定する場合には、この二段サーボ系もオフセットなしに目標値に整定することはあきらかである。ここでは、第一の駆動手段の応答が速く、第二の駆動手段の応答が遅い場合を例にとりてこのサーボ系の応答を説明する。本発明に基づくサーボ系では、目標トラックの中心に対して、現在のヘッド位置がずれた場合、第一及び第二の駆動手段の制御系に制御偏差が生じる。双方の制御系は各々の制御動作に従って操作量を算出して出力し、これらの信号は、各々対応する駆動手段に入力される。これに応じて双方の駆動手段は位置ずれの訂正動作を開始するが、第一の駆動手段は第二の駆動手段にくらべて応答が遅いため、ヘッドが目標トラックの中心に整定して制御偏差が0になった時点では第一の駆動手段の変位量は大きく、第二の駆動手段の変位量は小さい。このままの状態では、第一の駆動手段は中立点から大きくずれた位置にあるが、第一の駆動手段の変位量は第二の駆動手段の目標値に加算されているため、第二の駆動手段は制御偏差が0になった状態でも引き続き第一の駆動手段の変位量を減少させる方向に動作を行う。これに伴って第一の駆動手段も動作するので、ヘッドを目標トラック中心上に保ったまま、第一の駆動手段の変位量が減少し、やがて変位量が0、すなわち、中立位置に達するとサーボ系は全体が定常状態となる。

【0022】

【実施例】以下、本発明の実施例を図を用いて詳細に説明する。図4は、本発明に基づく磁気ディスク装置のサーボ系の構成を示すブロック図である。図4において、スピンドルモータ101により一定速度で回転させられている磁気円板の下面111はサーボ面となっており、あらかじめサーボ信号が記録されている。このサーボ信号は、サーボ面に対向して設けられているサーボヘッド112によって検出されて、増幅器113をへて位置検出回路120に入力される。また、磁気円板の上面115は、データを記憶するためのデータ面となっており、この面に対向して設けられているデータヘッド116によりデータの読み書きが行われる。さて、位置検出回路120は、サーボ信号を処理して位置決め制御系で使用される位置信号に変換する。本実施例の位置決めサーボ系は、通常の磁気ディスク装置と同様に、目標トラックに向けてトラック間の移動動作を行うシーク動作モード

と、目標トラックの中心にヘッドを追従させるフォロ잉動作モードの二つの動作モードを持っている。まず、シーク動作モードでは、動作を開始する際には、入力切り替えスイッチ150、入力切り替えスイッチ151は、ともに上側に接続された状態となっている。位置信号は、トラッククロッシング検出回路131で処理されて、ヘッドがトラックの境界を通過することにパルスが発生させる。このパルスは、残トラック数カウンタ132に入力される。この残トラック数カウンタ132には、シーク動作開始時に目標トラック番号と現在のトラック番号との差の値133が設定され、トラッククロッシングパルスを計数して値を更新していき、常に、現在ヘッドがあるトラックの番号と目標トラックの番号との差の値、すなわち、残トラック数を検出する。この残トラック数の値は目標速度信号発生回路140に入力される。この目標速度信号発生回路140は、残トラック数に応じて、目標速度テーブル及びこの目標速度に対応する加速度フィードフォワードテーブルを参照し、速度指令値を出力する。この速度指令値は、減算回路141に入力されて、後述する速度信号との差をとられ、速度偏差が算出される。この速度偏差は、パワーアンプ161で増幅されてボイスコイルモータ170を駆動する。ボイスコイルモータ170に流れる電流の値および位置信号は、速度検出回路180に入力され、速度推定演算処理が施されて速度信号が算出され、減算回路141に入力される。一方、残トラック数カウンタ132の状態に応じて圧電素子クランプ指令回路190が動作し、シーク方向に向けて圧電素子をストロークエンドまで変位させる変位指令信号が出力される。この変位指令信号は入力切り替えスイッチ151をへて、圧電素子駆動アンプ191で増幅され、圧電素子192を駆動する。

【0023】シーク動作が進行し、目標トラックに接近して、ヘッドが所定の位置に到達すると、入力切り替えスイッチ151が下側に切り替えられ、変位指令信号はフォロ잉制御回路200の出力になる。また、所定の位置偏差量あるいは速度値に到達すると、入力切り替えスイッチ150が下側に切り替えられる。フォロ잉制御回路200の内容について次に説明する。

【0024】図5は、本発明に基づくフォロ잉制御回路200の構成の一例を示すブロック図である。入力部201には位置信号が入力される。この位置信号は第

一の位相補償回路202で処理されて、ノッチフィルタ203及び加算回路204をへて第一の出力部206に出力される。加算回路204では、圧電素子を中立点を中心として伸縮させるために、オフセット電圧源205から供給されるオフセット信号が加算される。また、位置信号は加算回路207にも入力されている。この加算回路の他の入力第一の位相補償回路202の出力に接続されており、加算結果は第二の位相補償回路208及びノッチフィルタ209を経て第二の出力部210に出力される。第一の出力部206は図4の入力切り替えスイッチ151に接続され、第二の出力部210は図4の入力切り替えスイッチ150に接続される。この実施例では、第一の駆動手段が圧電素子であり、入力信号にほぼ比例した変位を生じる。このような要素のフィードバック制御系を構成するために、位相補償回路に積分特性をもたせている。また、圧電素子の変位置量信号を取り出すため、検出器を設けるかわりに変位置量にほぼ比例した圧電素子の駆動信号を用いており、これをボイスコイルモータの位相補償回路に入力している。

【0025】図6は、第一の位相補償回路202の構成を示す回路図である。この回路は積分特性を持っており、図5の入力部201の信号を積分した値をノッチフィルタ203及び加算回路207に供給するが、積分値を記憶するコンデンサ231の電圧は、二つのツェナーダイオード232、233によって限界値が設定されており、限界値を越えた電圧が積分値としてあらわれることはない。この限界値は、圧電素子の限界電圧に対応して設定されており、圧電素子による駆動手段のストロークを決定している。

【0026】図7は、第一の位相補償回路202の他の構成を示す回路図である。この回路は一次遅れ特性を持

【図1】

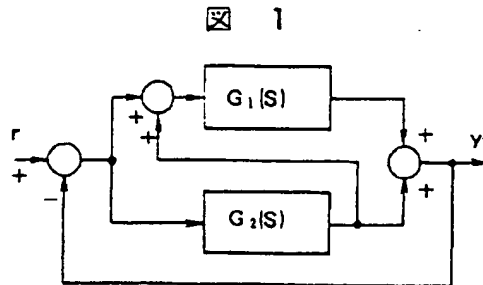


図 1

っており、図6の回路にくらべてフィードバック抵抗234が付加されており、低周波側でのゲインが低く設定される点が異なっており、その他は同一の特性を持つ。

【0027】

【発明の効果】本発明によれば、高応答であるがストロークの小さな駆動手段と、ストロークは大きいが応答性は前記駆動手段よりも低い駆動手段とを効果的に協調させて、高い応答性能を持つアクセスサーボ機構が得られるとともに、このような二段サーボ系の設計や調整が容易になる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に基づくサーボ系における信号の伝達特性を示すブロック線図。

【図2】従来の構成の二段サーボ系の一例における信号の伝達特性を示すブロック線図。

【図3】従来の構成の二段サーボ系の他の例における信号の伝達特性を示すブロック線図。

【図4】本発明に基づく磁気ディスク装置のサーボ系の構成を示すブロック図。

【図5】本発明に基づくフォロ잉制御回路の構成の一例を示すブロック図。

【図6】本発明に基づく第一の位相補償回路の構成を示す回路図。

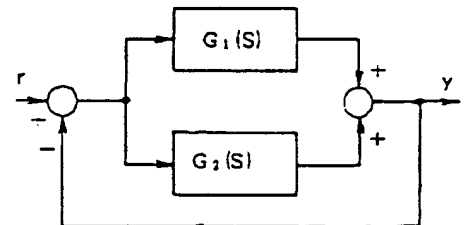
【図7】本発明に基づく第一の位相補償回路の他の構成を示す回路図。

【符号の説明】

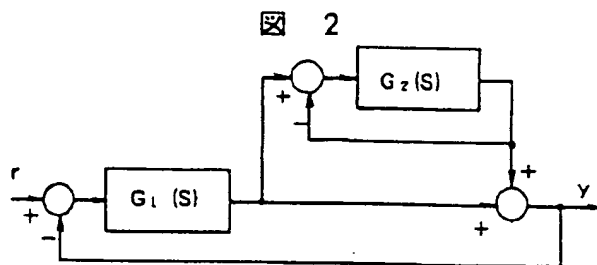
r…位置目標値、y…変位置量、111…サーボ面、112…サーボヘッド、161…パワーアンプ、170…ボイスコイルモータ、191…圧電素子駆動アンプ、192…圧電素子、200…フォロ잉制御回路、202…積分回路。

【図3】

図 3

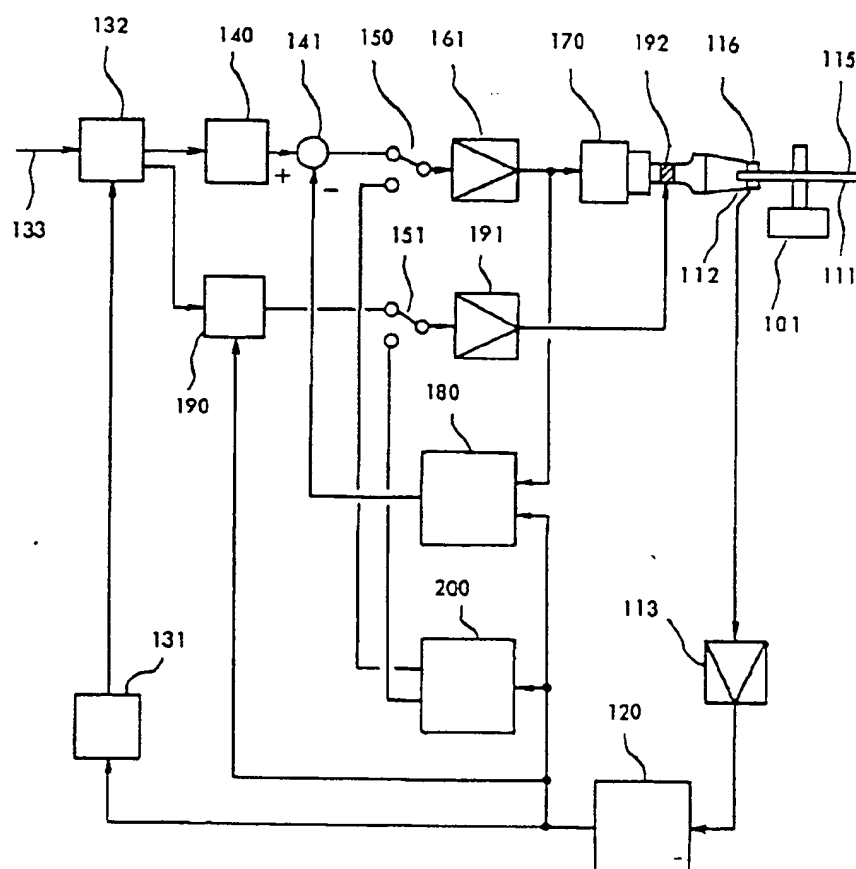


【图 2】



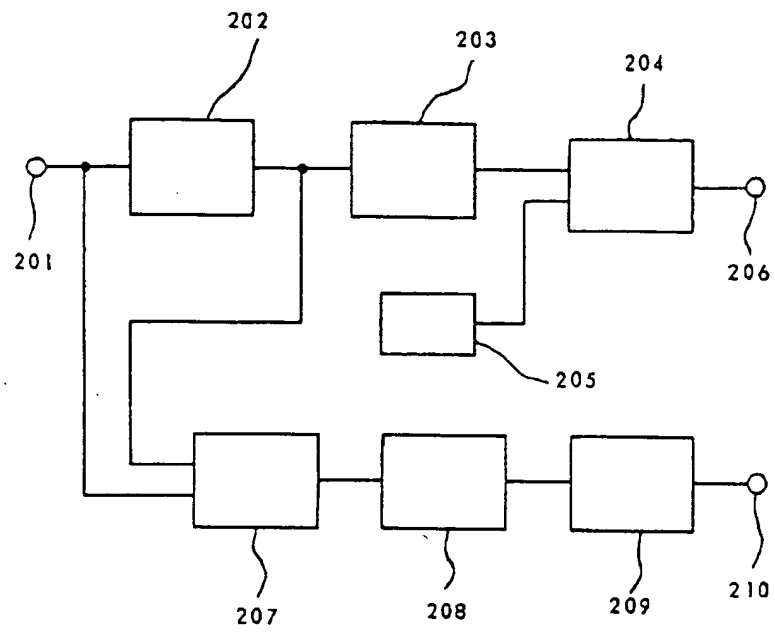
【图 4】

4



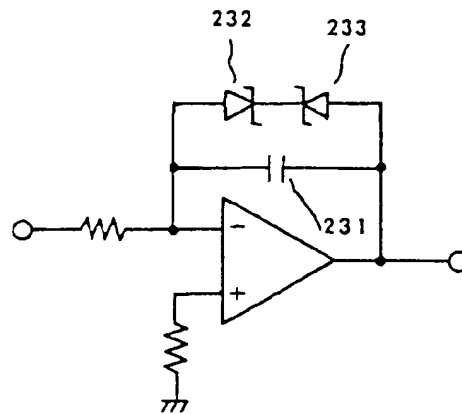
【図5】

図 5



【図6】

図 6



【図7】

図 7

